

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2002-217991**

(43)Date of publication of application : **02.08.2002**

(51)Int.Cl.

H04L 27/20

H04B 1/04

H04L 27/36

(21)Application number : **2001-015490**

(71)Applicant : **NTT DOCOMO INC**

(22)Date of filing : **24.01.2001**

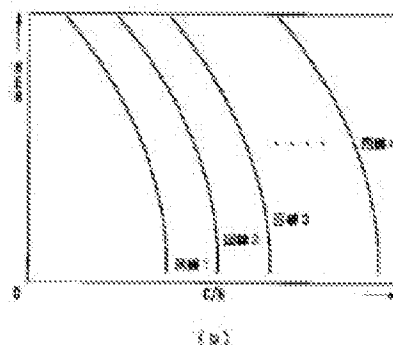
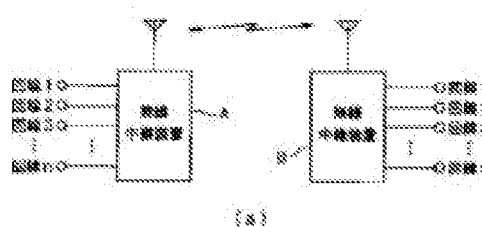
(72)Inventor : **KISHINO YASUHIRO**

## (54) RADIO COMMUNICATION SYSTEM, RADIO COMMUNICATION METHOD, RADIO RELAY SYSTEM, AND MULTI-CONNECTING RADIO ACCESS SYSTEM USING THE RADIO COMMUNICATION SYSTEM

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To realize a service class by a radio circuit, efficiently accommodating a data circuit and a packet data, etc., in a digital radio relay system.

**SOLUTION:** A system performs nonuniform modulation-demodulation for arranging each signal points nonuniformly so that roughness and density occurs between signal points in a signal space face, and enables a large difference to be made in a bit error ratio of the each type in a multi-type accommodated binary signal for a modulation signal C/N (ratio of carrier to noise power) of a multivalued modulation section and a multivalued demodulation section. The service class in the radio circuit is realized, by using a different input type of the binary signal of the multivalued modulation section used for the transmission.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-217991

(P2002-217991A)

(43) 公開日 平成14年8月2日(2002.8.2)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 L 27/20		H 0 4 L 27/20	Z 5 K 0 0 4
H 0 4 B 1/04		H 0 4 B 1/04	E 5 K 0 6 0
H 0 4 L 27/36		H 0 4 L 27/00	F

審査請求 未請求 請求項の数32 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2001-15490(P2001-15490)

(22) 出願日 平成13年1月24日(2001.1.24)

(71) 出願人 392026693

株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ

東京都千代田区永田町二丁目11番1号

(72) 発明者 岸野 康博

東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株

式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

(74) 代理人 100066980

弁理士 森 哲也 (外2名)

Fターム(参考) 5K004 AA05 AA08 FE00 FE13 FF02

JA02 JE01 JF01

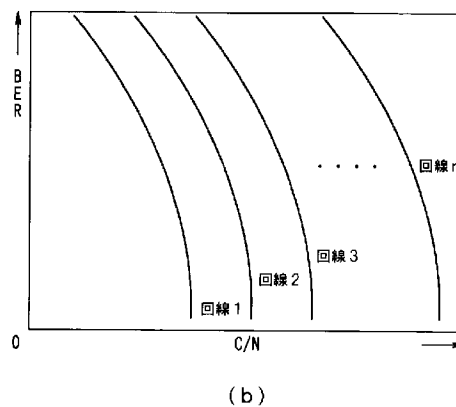
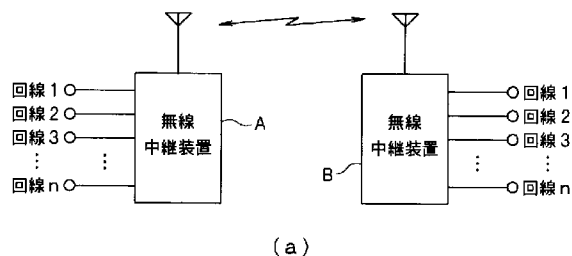
5K060 BB07 CC04 CC13 LL01

(54) 【発明の名称】 無線通信システム、無線通信方法、無線中継装置、及び無線通信システムを用いた多元接続無線アクセスシステム

## (57) 【要約】

【課題】 データ回線やパケットデータ等をデジタル無線中継装置へ効率的に收容し、無線回線でサービスクラスを実現する。

【解決手段】 信号空間平面において信号点同士の間隔に粗密が生じるように不均等に各信号点を配置するように不均等変復調を行い、多値変調部及び多値復調部の変調信号のC/N（搬送波対雑音電力比）に対して、收容される複数系列の2値信号についての系列毎のビット誤り率に大きな差が開くようにする。送信に使用する多値変調部の2値信号の入力系列を使い分けることで無線回線におけるサービスクラスを実現する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数系列の 2 値信号を送受信する無線通信システムであって、信号空間平面において信号点同士の間隔に粗密が生じるように前記 2 値信号の各信号点を不均等に配置する変調を行う不均等多値変調手段を含み、送受信すべき信号の優先度に応じて、使用する信号点を決定するようにしたことを特徴とする無線通信システム。

【請求項 2】 前記不均等変調手段は、信号空間平面における象限境界に隣接する信号点の使用を禁止することにより、前記信号点同士の間隔に粗密が生じるように制御することを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

【請求項 3】 前記不均等変調手段は、特定の位相角範囲に位置する信号点の使用を禁止することにより、前記信号点同士の間隔に粗密が生じるように制御することを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

【請求項 4】 前記不均等変調手段は、特定の位相角範囲に位置する信号点を移動させることにより、前記信号点同士の間隔に粗密が生じるように制御することを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

【請求項 5】 前記不均等変調手段は、受信電力レベルが低下した場合に、前記特定の位相角範囲に位置する信号点の移動を行うことを特徴とする請求項 4 記載の無線通信システム。

【請求項 6】 前記不均等変調手段は、受信電力レベルの低下に応じて送信電力レベルを高めるように制御することを特徴とする請求項 1～5 のいずれかに記載の無線通信システム。

【請求項 7】 前記不均等変調手段は、ビット誤り率の低下に応じて送信電力レベルを高めるように制御することを特徴とする請求項 1～5 のいずれかに記載の無線通信システム。

【請求項 8】 前記送信電力レベルを高める際には、QPSK 変調方式を使用した場合に必要とされる飽和送信電力に対するおおよそのバックオフを確保した電力まで送信電力レベルを増加させることを特徴とする請求項 6 又は 7 記載の無線通信システム。

【請求項 9】 入出力端子毎の識別情報を 2 値信号に付加する手段を更に含み、この付加された識別情報に対応する入出力端子に対して 2 値信号を入出力することを特徴とする請求項 1～8 のいずれかに記載の無線通信システム。

【請求項 10】 複数系列の 2 値信号を送受信する無線通信システムであって、信号空間平面において信号点同士の間隔に粗密が生じるように不均等に配置された前記 2 値信号の各信号点について復調を行う不均等復調手段を更に含むことを特徴とする請求項 1～9 のいずれかに記載の無線通信システム。

【請求項 11】 受信した 2 値信号の誤り検出に

て該 2 値信号の再送信を行うことを特徴とする請求項 10 記載の無線通信システム。

【請求項 12】 複数系列の 2 値信号を送受信する無線通信方法であって、信号空間平面において信号点同士の間隔に粗密が生じるように前記 2 値信号の各信号点を不均等に配置する変調を行い、送受信すべき信号の優先度に応じて、使用する信号点を決定する送信ステップと、前記 2 値信号の各信号点について復調を行う受信ステップとを含むことを特徴とする無線通信方法。

【請求項 13】 前記送信ステップにおいては、信号空間平面における象限境界に隣接する信号点の使用を禁止することにより、前記信号点同士の間隔に粗密が生じるように制御することを特徴とする請求項 12 記載の無線通信方法。

【請求項 14】 前記送信ステップにおいては、特定の位相角範囲に位置する信号点の使用を禁止することにより、前記信号点同士の間隔に粗密が生じるように制御することを特徴とする請求項 12 記載の無線通信方法。

【請求項 15】 前記送信ステップにおいては、特定の位相角範囲に位置する信号点を移動させることにより、前記信号点同士の間隔に粗密が生じるように制御することを特徴とする請求項 12 記載の無線通信方法。

【請求項 16】 前記送信ステップにおいては、受信電力レベルが低下した場合に、前記特定の位相角範囲に位置する信号点の移動を行うことを特徴とする請求項 15 記載の無線通信方法。

【請求項 17】 前記送信ステップにおいては、受信電力レベルの低下に応じて送信電力レベルを高めるように制御することを特徴とする請求項 12～16 のいずれかに記載の無線通信方法。

【請求項 18】 前記送信ステップにおいては、ビット誤り率の低下に応じて送信電力レベルを高めるように制御することを特徴とする請求項 12～17 のいずれかに記載の無線通信方法。

【請求項 19】 前記送信電力レベルを高める際には、QPSK 変調方式を使用した場合に必要とされる飽和送信電力に対するおおよそのバックオフを確保した電力まで送信電力レベルを増加させることを特徴とする請求項 17 又は 18 記載の無線通信方法。

【請求項 20】 入出力端子毎の識別情報を 2 値信号に付加するステップを更に含み、この付加された識別情報に対応する入出力端子を介して 2 値信号を送受信することを特徴とする請求項 12～19 のいずれかに記載の無線通信方法。

【請求項 21】 前記受信ステップにおいて受信した 2 値信号の誤り検出に応答して該 2 値信号の再送信を行うステップを更に含むことを特徴とする請求項 12～20 のいずれかに記載の無線通信方法。

【請求項 22】 複数系列の 2 値信号を送受信する無線通信システムに用いる無線中継装置であって、信号空間

平面において信号点同士の間隔に粗密が生じるように前記2値信号の各信号点を不均等に配置する変調を行う不均等多値変調手段を含み、送受信すべき信号の優先度に応じて、使用する信号点を決定するようにしたことを特徴とする無線中継装置。

【請求項23】 前記不均等変調手段は、信号空間平面における象限境界に隣接する信号点の使用を禁止することにより、前記信号点同士の間隔に粗密が生じるように制御することを特徴とする請求項2記載の無線中継装置。

【請求項24】 前記不均等変調手段は、特定の位相角範囲に位置する信号点の使用を禁止することにより、前記信号点同士の間隔に粗密が生じるように制御することを特徴とする請求項2記載の無線中継装置。

【請求項25】 前記不均等変調手段は、特定の位相角範囲に位置する信号点を移動させることにより、前記信号点同士の間隔に粗密が生じるように制御することを特徴とする請求項2記載の無線中継装置。

【請求項26】 前記不均等変調手段は、受信電力レベルが低下した場合に、前記特定の位相角範囲に位置する信号点の移動を行うことを特徴とする請求項25記載の無線中継装置。

【請求項27】 前記不均等変調手段は、受信電力レベルの低下に応じて送信電力レベルを高めるように制御することを特徴とする請求項22～26のいずれかに記載の無線中継装置。

【請求項28】 前記不均等変調手段は、ビット誤り率の低下に応じて送信電力レベルを高めるように制御することを特徴とする請求項22～27のいずれかに記載の無線中継装置。

【請求項29】 前記送信電力レベルを高める際には、QPSK変調方式を使用した場合に必要とされる飽和送信電力に対するおおよそのバックオフを確保した電力まで送信電力レベルを増加させることを特徴とする請求項27又は28記載の無線中継装置。

【請求項30】 複数系列の2値信号を送受信する無線通信システムにおける無線中継装置であって、信号空間平面において信号点同士の間隔に粗密が生じるように不均等に配置された前記2値信号の各信号点について復調を行う不均等復調手段を含むことを特徴とする無線中継装置。

【請求項31】 入出力端子毎の識別情報を前記2値信号に付加する手段を更に含み、この付加された識別情報に対応する入出力端子に対して2値信号を入出力することを特徴とする請求項22～30のいずれかに記載の無線中継装置。

【請求項32】 請求項1～11のいずれかに記載の無線通信システムを用い、多元接続無線通信を実現するための基地局及び複数の端末局を含む多元接続無線アクセスシステムであって、複数系列の2値信号の系列毎のビ

ット誤り率に対する所要搬送波対雑音電力比の差により、2値信号の系列毎に基地局から各端末局への下り回線の所要回線品質が一定で最大中継距離が段階的に異なるようにしたことを特徴とする多元接続無線アクセスシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は無線通信システム、無線通信方法、無線中継装置、及び無線通信システムを用いた多元接続無線アクセスシステムに関し、特にP-P(Point-To-Point)通信サービスに適用するデジタル無線中継装置によって構成される無線中継区間に収容される回線やパケットデータの無線中継区間でのサービスクラス制御を実現できる無線通信システム、無線通信方法、無線中継装置、及び無線通信システムを用いた多元接続無線アクセスシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】図20は、従来の無線通信システムの構成例を示すブロック図である。同図に示されている無線通信システムは、無線区間の周波数利用効率を高めるために多値変調方式を採用している。同図に示されている無線通信システムでは、対向する2つの無線中継装置A及びBにおいて直交変調及び復調を行う無線通信が実現される。この場合、無線中継装置Aに設けられている端子1Aに信号系列を入力すると、信号系列が各回線に均等に振分けられるように変調されて送信される。例えば、64QAM(64 Quadrature Amplitude Modulation)方式を採用した場合、図21に示されているように、IQ平面上の各信号点に信号系列を振分けることになる。同図には、一般的なQAM変調方式の信号点配置例で64QAM変調方式の回転対象配置の場合が示されている。この64QAMを採用することによって、1シンボルで6ビットを送信できる。そして、無線回線を介して無線中継装置Bに受信された信号は、復調されて端子1Bから出力される。

【0003】ところで、近年のデータ通信の分野ではATM伝送方式やIPパケットを用いたVoIP(Voice over IP)通信等においてQoS(Quality of Service;サービス品質、以下、「QoS」という)制御技術が実現されている。このQoS制御技術においては、ATMセルやIPパケットのペイロード(Payload)として伝送されるデータの重要度や、許容される遅延等品質等のQoS属性に基づきパケットを処理することが可能となる。さらに、低コストなベストエフォート型サービス用の伝送路ではパケット破棄等の処理も実現されている。

【0004】また、これに対応する新たな無線技術として、TDMA(時分割多元接続)通信方式を用いた、1つの基地局と複数の端末局との間を結ぶ無線アクセス回

線を構成する P-MP (Point-To-Multi-point; 一对多対向、以下、「P-MP」という) 通信サービスの加入者系無線アクセス装置において、無線アクセス回線での QoS 制御も実現されている。この場合、デマンド・アサイン方式やノンコンテンツン方式のバースト・アクセス方式を用いたパケット無線通信の無線パケットに、制御用パケットや無線パケットに制御用のオーバーヘッドを追加して、基地局と端末局との間で使用変調方式、伝送速度、送信・受信スロット割り当て、パケット再送等の無線通信回線制御のネゴシエーションを行うことにより、QoS 制御が実現されている。この代表例として、無線区間の伝搬品質により適応的に変調方式を切り替える米国 ENSEMBLE 社の Adaptive 技術が知られている。

【0005】一方、P-P (Point-To-Point; 一对一对向、以下、「P-P」という) 通信サービスに適用する従来の無線中継システムではベアラサービス (bearer Service; 非制限デジタル通信) 中継方式としてベアラサービスの均一な品質の無線中継回線を提供するため、以下のような回線制御を行っている。すなわち、2つの周波数を用い、1つ周波数で変調された搬送波を常に送信し、もう1つの周波数で変調された搬送波を常に受信することにより、常時全二重の通信を行う周波数分割双方向 (Frequency Division Duplex; 以下、「FDD」という) 通信方式を用い、干渉性フェージング等の周波数選択性フェージングでの許容振幅偏差を増大するマルチキャリア方式や、特定の回線が品質劣化した場合に、別の周波数チャンネルを使用する予備システムへ同期を取って無瞬断で回線を切り替える無瞬断同期回線切替機能を装置に備える等、無線区間に収容される回線の品質に差が出ないように回線制御を行っている。

【0006】また、変調方式として多値変調方式を用いた場合も、信号系列毎の品質差が極力小さくなるような信号点配置や符号化、スクランブル、FEC (Forward Error Correction) 等の誤り訂正技術を用い、FEC のフレーム内でのビット伝送順序を入れ替え、符号誤りを分散させバースト誤りを防止するビットインターリーブ等の技術が採用される。これにより、無線中継区間に収容される回線間に品質に差が生じないように全ての回線誤り率を平均誤り率に近づけている。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 上述した従来の無線通信システムでは、P-P 通信サービスに適用する場合、ベアラサービス中継方式として、ベアラサービスの均一な品質の無線中継回線を提供するため、常時全二重の通信を行う FDD 通信方式により無線中継区間が構成され、回線間に品質に差が出ないように構成されており、QoS に対応していなかった。このため、QoS が適用

された上記の ATM セルや IP パケット等を収容する中継回線として用いた場合、全回線をベアラサービスの高い品質基準の回線として中継するために過剰な品質となる。また、回線品質を高く保つ場合、中継距離が短くなる等、回線コストが高くなり、周波数の利用効率も低いという問題点があった。

【0008】本発明は上述した従来技術の欠点を解決するためになされたものであり、その目的は P-P 通信サービスに適用する場合においても変調方式の切替え無しに QoS を付加し、周波数の利用効率が高く、かつ、回線コストが低い無線通信システム、無線通信方法、無線中継装置、及び無線通信システムを用いた多元接続無線アクセスシステムを提供することである。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明の請求項 1 による無線通信システムは、複数系列の 2 値信号を送受信する無線通信システムであって、信号空間平面において信号点同士の間隔に粗密が生じるように前記 2 値信号の各信号点を不均等に配置する変調を行う不均等多値変調手段を含み、送受信すべき信号の優先度に応じて、使用する信号点を決定するようにしたことを特徴とする。

【0010】本発明の請求項 2 による無線通信システムは、請求項 1 において、前記不均等変調手段は、信号空間平面における象限境界に隣接する信号点の使用を禁止することにより、前記信号点同士の間隔に粗密が生じるように制御することを特徴とする。本発明の請求項 3 による無線通信システムは、請求項 1 において、前記不均等変調手段は、特定の位相角範囲に位置する信号点の使用を禁止することにより、前記信号点同士の間隔に粗密が生じるように制御することを特徴とする。

【0011】本発明の請求項 4 による無線通信システムは、請求項 1 において、前記不均等変調手段は、特定の位相角範囲に位置する信号点を移動させることにより、前記信号点同士の間隔に粗密が生じるように制御することを特徴とする。本発明の請求項 5 による無線通信システムは、請求項 4 において、前記不均等変調手段は、受信電力レベルが低下した場合に、前記特定の位相角範囲に位置する信号点の移動を行うことを特徴とする。

【0012】本発明の請求項 6 による無線通信システムは、請求項 1～5 のいずれかにおいて、前記不均等変調手段は、受信電力レベルの低下に応じて送信電力レベルを高めるように制御することを特徴とする。本発明の請求項 7 による無線通信システムは、請求項 1～5 のいずれかにおいて、前記不均等変調手段は、ビット誤り率の低下に応じて送信電力レベルを高めるように制御することを特徴とする。

【0013】本発明の請求項 8 による無線通信システムは、請求項 6 又は 7 において、前記送信電力レベルを高める際には、QPSK 変調方式を使用した場合に必要とされる飽和送信電力に対するおおよそのバックオフを確

保した電力まで送信電力レベルを増加させることを特徴とする。本発明の請求項 9 による無線通信システムは、請求項 1～8 のいずれかにおいて、入出力端子毎の識別情報を 2 値信号に付加する手段を更に含み、この付加された識別情報に対応する入出力端子に対して 2 値信号を入出力することを特徴とする。

【0014】本発明の請求項 10 による無線通信システムは、請求項 1～9 のいずれかにおいて、複数系列の 2 値信号を送受信する無線通信システムであって、信号空間平面において信号点同士の間隔に粗密が生じるように不均等に配置された前記 2 値信号の各信号点について復調を行う不均等復調手段を更に含むことを特徴とする。

【0015】本発明の請求項 11 による無線通信システムは、請求項 10 において、受信した 2 値信号の誤り検出にตอบสนองして該 2 値信号の再送信を行うことを特徴とする。本発明の請求項 12 による無線通信方法は、複数系列の 2 値信号を送受信する無線通信方法であって、信号空間平面において信号点同士の間隔に粗密が生じるように前記 2 値信号の各信号点を不均等に配置する変調を行い、送受信すべき信号の優先度に応じて、使用する信号点を決定する送信ステップと、前記 2 値信号の各信号点について復調を行う受信ステップとを含むことを特徴とする。

【0016】本発明の請求項 13 による無線通信方法は、請求項 12 において、前記送信ステップにおいては、信号空間平面における象限境界に隣接する信号点の使用を禁止することにより、前記信号点同士の間隔に粗密が生じるように制御することを特徴とする。本発明の請求項 14 による無線通信方法は、請求項 12 において、前記送信ステップにおいては、特定の位相角範囲に位置する信号点の使用を禁止することにより、前記信号点同士の間隔に粗密が生じるように制御することを特徴とする。

【0017】本発明の請求項 15 による無線通信方法は、請求項 12 において、前記送信ステップにおいては、特定の位相角範囲に位置する信号点を移動させることにより、前記信号点同士の間隔に粗密が生じるように制御することを特徴とする。本発明の請求項 16 による無線通信方法は、請求項 15 において、前記送信ステップにおいては、受信電力レベルが低下した場合に、前記特定の位相角範囲に位置する信号点の移動を行うことを特徴とする。

【0018】本発明の請求項 17 による無線通信方法は、請求項 12～16 のいずれかにおいて、前記送信ステップにおいては、受信電力レベルの低下に応じて送信電力レベルを高めるように制御することを特徴とする。本発明の請求項 18 による無線通信方法は、請求項 12～17 のいずれかにおいて、前記送信ステップにおいては、ビット誤り率の低下に応じて送信電力レベルを高めるように制御することを特徴とする。

【0019】本発明の請求項 19 による無線通信方法は、請求項 17 又は 18 において、前記送信電力レベルを高める際には、QPSK 変調方式を使用した場合に必要とされる飽和送信電力に対するおおよそのバックオフを確保した電力まで送信電力レベルを増加させることを特徴とする本発明の請求項 20 による無線通信方法は、請求項 12～19 のいずれかにおいて、入出力端子毎の識別情報を 2 値信号に付加するステップを更に含み、この付加された識別情報に対応する入出力端子を介して 2 値信号を送受信することを特徴とする。

【0020】本発明の請求項 21 による無線通信方法は、請求項 12～20 のいずれかにおいて、前記受信ステップにおいて受信した 2 値信号の誤り検出にตอบสนองして該 2 値信号の再送信を行うステップを更に含むことを特徴とする。本発明の請求項 22 による無線中継装置は、複数系列の 2 値信号を送受信する無線通信システムに用いる無線中継装置であって、信号空間平面において信号点同士の間隔に粗密が生じるように前記 2 値信号の各信号点を不均等に配置する変調を行う不均等多値変調手段を含み、送受信すべき信号の優先度に応じて、使用する信号点を決定するようにしたことを特徴とする。

【0021】本発明の請求項 23 による無線中継装置は、請求項 22 において、前記不均等変調手段は、信号空間平面における象限境界に隣接する信号点の使用を禁止することにより、前記信号点同士の間隔に粗密が生じるように制御することを特徴とする。本発明の請求項 24 による無線中継装置は、請求項 22 において、前記不均等変調手段は、特定の位相角範囲に位置する信号点の使用を禁止することにより、前記信号点同士の間隔に粗密が生じるように制御することを特徴とする。

【0022】本発明の請求項 25 による無線中継装置は、請求項 22 において、前記不均等変調手段は、特定の位相角範囲に位置する信号点を移動させることにより、前記信号点同士の間隔に粗密が生じるように制御することを特徴とする。本発明の請求項 26 による無線中継装置は、請求項 25 において、前記不均等変調手段は、受信電力レベルが低下した場合に、前記特定の位相角範囲に位置する信号点の移動を行うことを特徴とする。

【0023】本発明の請求項 27 による無線中継装置は、請求項 22～26 のいずれかにおいて、前記不均等変調手段は、受信電力レベルの低下に応じて送信電力レベルを高めるように制御することを特徴とする。本発明の請求項 28 による無線中継装置は、請求項 22～27 のいずれかにおいて、前記不均等変調手段は、ビット誤り率の低下に応じて送信電力レベルを高めるように制御することを特徴とする。

【0024】本発明の請求項 29 による無線中継装置は、請求項 27 又は 28 において、前記送信電力レベルを高める際には、QPSK 変調方式を使用した場合に必

要とされる飽和送信電力に対するおおよそのバックオフを確保した電力まで送信電力レベルを増加させることを特徴とする。本発明の請求項 30 による無線中継装置は、複数系列の 2 値信号を送受信する無線通信システムにおける無線中継装置であって、信号空間平面において信号点同士の間隔に粗密が生じるように不均等に配置された前記 2 値信号の各信号点について復調を行う不均等復調手段を含むことを特徴とする。

【0025】本発明の請求項 31 による無線中継装置は、請求項 22～30 のいずれかにおいて、入出力端子毎の識別情報を前記 2 値信号に付加する手段を更に含み、この付加された識別情報に対応する入出力端子に対して 2 値信号を入出力することを特徴とする。本発明の請求項 32 による多元接続無線アクセスシステムは、請求項 1～11 のいずれかに記載の無線通信システムを用い、多元接続無線通信を実現するための基地局及び複数の端末局を含む多元接続無線アクセスシステムであって、複数系列の 2 値信号の系列毎のビット誤り率に対する所要搬送波対雑音電力比の差により、2 値信号の系列毎に基地局から各端末局への下り回線の所要回線品質が一定で最大中継距離が段階的に異なるようにしたことを特徴とする。

【0026】要するに本発明の無線通信システムでは、ベアラサービスの均一な品質の無線中継回線を提供するために従来の無線通信システムでは認められなかった収容回線間の品質差を認め、逆に積極的に拡大することにより、QoS の付加を実現している。この QoS の付加を実現するため、本システムでは最低 2 系列以上の複数系列の 2 値信号入出力系統を有する多値変調部を設け、信号空間平面において信号点同士の間隔に粗密が生じるように不均等に 2 値信号の各信号点を配置する変調を行っている。この結果、多値変調部及び復調部に収容される複数系列の 2 値信号の信号系列毎のビット誤り率が等しくなる複数系列の 2 値信号の系列毎の変調信号の所要 C/N (Carrier/Noise; 搬送波対雑音電力比) において、C/N 最小の信号系列と C/N 最大の信号系列との間に C/N 値の差が大きく、おおよそ 3～6 dB 以上の開きがある多値変調部及び復調部を採用することで、多値変調部及び復調部に収容される複数系列の 2 値信号の系列毎のビット誤り率に大きな差が開く。以下、この変調部を不均等多値変調部、復調部を不均等多値復調部、変復調器を不均等多値変復調器、この変復調方式を不均等多値変調方式と呼ぶ。

【0027】一般に同一ビット誤り率になる所要 C/N が小さな値ほどビット誤りが発生する確率が小さい。逆に、同一ビット誤り率になる所要 C/N が大きな値ほどビット誤りが発生する確率が大きく、回線断率や降雨不稼働率も大きくなる。このため、不均等多値変調方式の同一ビット誤り率になる所要 C/N が小さい信号の入力系列から所要 C/N が大きな順に無線中継されるデータ

のサービス品質が順位付けされる。したがって、信号系列間の所要 C/N に差を付けておき、不均等多値変調部のどの信号系列にデータを入力するかを制御することにより無線中継されるデータのサービス品質を離散的に変更することが可能となる。

【0028】複数の回線を収容する無線中継装置においては、回線を無線中継装置に収容する回線収容端子と、無線中継装置の不均等多値変調部とにおいて、どの信号系列にデータを入力せしめるか固定する。こうすることにより、回線収容端子毎の無線中継されるデータのサービス品質に離散的に差を付け、回線収容端子のサービス品質に固定な順位付けが実現される。一般的にはサービス品質が高い端子に、ベアラサービスデータ若しくは優先パケットが収容された回線や、デジタル音声回線等を接続する。一方、サービス品質が低い端子にベスト・エフォートサービス回線等の非優先回線を接続する。こうすることで、回線毎の無線区間の QoS を実現できる。

【0029】ATM セルや IP パケット等の個々のデータ毎に QoS が区別されるパケット (若しくはセル、以下、両者を総称してパケットと呼ぶ) データを中継する無線中継装置においては、不均等多値変調部の入力の前に、信号処理部を設ける。この信号処理部は、入力された ATM セルの PTI (ペイロードタイプ識別子) 等の ATM セル識別子や CLP (Cell Loss Priority: セル紛失優先度) や IP パケットの IP データグラムのサービスタイプ等の個々のパケットデータの QoS 情報により、ATM セル、IP パケットの重要度、サービスクラスを判定する。また、信号処理部は、判定したパケットデータ毎の重要度、サービスクラスに応じて不均等多値変調部の 2 値信号入力系列の入力の中で最適な 2 値信号系列の入力に振り分ける信号処理機能を有する。この信号処理部を設けることにより、パケットデータ毎の無線区間の QoS を実現できる。

【0030】更に、ベアラサービスデータ用及びパケットデータ用の回線を収容するために無線中継装置の入力端子が複数ある場合には、入出力端子毎の識別符号を付けておき、無線中継装置内の信号処理部において入力端子毎の入力信号データをベアラサービスデータとパケットデータとに分類する。そして、信号処理部は、パケットデータをヘッダフィールドに示された優先度の指定、遅延の少ない経路要求、スループットの高い経路要求、信頼性の高い経路要求、等のサービスタイプで分類し、ベアラサービスデータと個々のパケットデータとの優先度を判断する。この優先度の判断の結果、まずベアラサービスデータ、次に無線中継装置内部での優先度が高いパケットデータから優先度が低いパケットデータへと、データの優先度順に従い、不均等多値変調部の所要 C/N が小さい系列から順に入力系列が指定され、無線フレーム処理部に入力される。

【0031】送信側の無線フレーム処理部においては、不均等多値変調部の複数系列の2値信号毎の無線フレームを生成し、各無線フレームのペイロードデータの無線中継装置の入出力端子識別符号を無線フレームオーバーヘッドとして付加し、不均等多値変調部の指定系列へ出力する機能を設ける。受信側の無線フレーム処理部には、無線フレームオーバーヘッドとして付加された入出力端子識別符号に従い無線中継装置の出力端子に振分けて出力する機能を設けている。こうすることで、受信側では不均等多値復調部で復調後、無線フレーム処理部で無線フレームオーバーヘッドとして付加された入出力端子識別符号に従い無線中継装置の出力端子に出力でき、ペアラサービデータ用及びパケットデータ用の回線を収容する無線中継装置の入力端子が複数ある場合にも無線区間のQoSを実現できる。

#### 【0032】

【発明の実施の形態】次に、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。なお、以下の説明において参照する各図では、他の図と同等部分は同一符号によって示されている。図1(a)は本発明による無線通信システムの構成を示すブロック図である。同図を参照すると、本システムでは、回線1~nを中継する無線中継装置Aと、回線1~nを中継する無線中継装置Bとが対向して設けられ、両装置間に無線回線が張られている。ここで、各回線1~nについて、IQ平面における信号点同士の間隔に粗密が生じるように不均等に各信号点を配置する変調を行い、又その復調を行う場合、各回線の品質に差を生じさせることができる。この結果得られる回線1~nの品質について、横軸をC/N値、縦軸をBER(Bit Error Rate)値として表せば、同図(b)に示されているようになる。すなわち、最も品質の良い回線が回線1、最も品質の悪い回線が回線nである。つまり、電波状況が悪化した場合、最初に回線nが切断され、品質の悪い順に回線が切断されることになる。このため、同図においては、回線1は優先度が最も高い回線であり、回線nは優先度が最も低い回線である。

【0033】上述した図20に示されているような一般的な無線中継装置においては、入力端子は1つであり、回線品質に差が生じないように、図21に示されているようにIQ平面上の信号点配置は均等に割り付けられる。これに対し、本システムでは、信号点配置を均等にするのではなく、信号点配置に積極的に粗密を生じさせて不均等にす。信号配置が粗である場合はビット誤り率が低く、逆に密である場合はビット誤り率が高いので、これによりサービスクラスを実現できる。つまり、本システムにおいては、不均等多値変調部、不均等多値復調部によって収容回線毎の所要C/N差を実現し、無線回線のQoSが実現される。

【0034】ここで、図2には、無線回線のモデルが示

されている。実際の無線回線においては、伝送途中で雑音が混入するので、同図では雑音信号発生器21の出力を等価帯域フィルタであるバンドパスフィルタ(BPF)22で濾波した信号を雑音信号とし、この雑音信号をIF信号に重畳することによって無線回線を等価的に実現する。ここでは、上述した不均等変復調を実現するため、不均等変調処理を行う不均等多値変調部2Aと、不均等多値復調処理を行う不均等多値復調部2Bとを設け、両者の間に加算器24を挿入して雑音信号をIF信号に重畳する。減衰器23の減衰値を低下させれば、雑音信号のレベルが増加するので、同図(b)に示されているように、回線品質に差が生じる。すなわち、不均等多値変調部2Aに入力される信号系列 $a_1 \sim a_n$ に対し、それらを減衰させた後に不均等多値復調部2Bで復調した信号系列 $a_1' \sim a_n'$ は、信号系列 $a_1$ の方が信号系列 $a_n'$ よりも誤り率が低い。つまり、信号系列 $a_1'$ は最も品質の良い回線によって伝送され、信号系列 $a_n'$ は最も品質の悪い回線によって伝送されていることになる。このように、信号系列毎のC/N特性に大きな差を有する信号点配置を適用することにより、サービスクラスを実現できる。

【0035】(より具体的な構成例)以上説明した、不均等多値変調部2A及び不均等多値復調部2Bを用いて構成する無線通信システムのより具体的な構成例を、以下に説明する。図3は本発明による無線通信システムの実施の第1の形態における無線中継装置の構成を示すブロック図である。同図には、回線毎に品質差を付けて収容する無線中継装置の構成が示されている。同図に示されているように、第1の実施形態における無線中継装置は、信号処理部101と、無線フレーム処理部102と、不均等多値変調を行う不均等変調部103と、RF送信部104とを含んで構成されている。また、本実施形態による無線通信システムは、サーキュレータ105と、送受信アンテナ106と、RF受信部107と、不均等多値復調を行う不均等復調部108とを含んで構成されている。

【0036】本システムでは、回線1を収容する端子のうち送信側端子がS1、受信側端子がR1である。また、回線2を収容する端子のうち送信側端子がS2、受信側端子がR2である。同様に、回線3を収容する端子のうち送信側端子がS3、受信側端子がR3であり、回線nを収容する端子のうち送信側端子がSn、受信側端子がRnである。そして、回線1 $\geq$ 回線2 $\geq$ 回線3 $\geq$ … $\geq$ 回線nの順に優先するように回線品質が定められている。

【0037】本実施形態における信号処理部101は、図4に示されているように、無線フレーム処理部の出力を入力とするn個の並列シリアル(並列一直列)変換処理部(P-S変換処理部)PS-1~PS-nからなる送信側信号処理部PSと、変換出力を無線フレーム



処理部に与える  $n$  個のシリアルーパラレル(直列ー並列)変換処理部(S-P変換処理部) S-P-1~S-P- $n$  からなる受信側信号処理部 S-P とを含んで構成されている。そして、P-S変換処理部 P-S-1~P-S- $n$  からの出力端子が送信側端子 S-1~S- $n$  となり、S-P変換処理部 S-P-1~S-P- $n$  への入力端子が受信側端子 S-1~S- $n$  となる。

【0038】送信側信号処理部 P-S は、個々の回線収容端子に固定的に割り振られたサービス品質に基づき指定される無線フレーム処理部 102 の送信側に、送信側信号処理部 P-S の個々の回線収容端子のデジタル信号を与える。同一サービス品質の回線収容数が複数ある場合、送信側信号処理部 P-S で同一サービス品質の回線の回線収容端子に固定的に割り振られたパラレルーシリアル(並列ー直列)変換処理を行い、一系統の信号とする。そして、この一系統の信号を、サービス品質に基づき指定された無線フレーム処理部 102 の送信側に入力する。

【0039】また、受信側信号処理部 S-P は、受信側無線フレーム処理部からサービス品質毎に出力された信号を受信側信号処理部 S-P で指定された回線収容端子に出力する。同一サービス品質の回線収容数が複数ある場合、受信側信号処理部 S-P は、無線フレーム処理部 102 の受信側から同一サービス品質毎の一系統の信号として出力された信号について、個々の回線収容端子が固定的に割り振られたシリアルーパラレル(直列ー並列)変換処理を行い、個々の回線収容端子毎の信号に分けて出力する。

【0040】なお、図 4 中の P-S 変換処理部及び S-P 変換処理部の代わりに、周知の TDM(Time Division Multiplex) 処理部を設けても良い。その場合、P-S 変換や S-P 変換の代わりに、TDM 処理部による時分割処理が行われる。この時分割処理においては、送信側では時分割された一系統の信号に変換する処理が行われる。一方、受信側では時分割された一系統の信号を元に戻す処理が行われる。

【0041】図 3 中の無線フレーム処理部 102 は、図 5 に示されているように構成されている。まず、無線フレーム処理部 102 の送信側 102A は、同期確立のためのビット付加同期変換部 102-1A と、入力される信号についてのパリティ値を算出するパリティ計数部 102-3A と、スクランブル処理を施すと共に、無線方式の同期確立のためにフレームビット及び誤り訂正用付加ビットを挿入し、また監視制御のための補助信号を挿入するスクランブル及びビット挿入部 102-2A と、データ秘匿及び同期はずれ防止のためのスクランブル及びフレームパターンを発生するスクランブル及びフレームパターン発生部 102-4A とを含んで構成されている。

【0042】また、無線フレーム処理部 102 の受信側

102B は、デスクランブル処理を施すデスクランブル部 102-1B と、同期確立のためのビット除去同期変換部 102-2B と、フレーム同期を確立するためのフレーム同期部 102-3B と、スクランブル及びフレームパターンを発生するスクランブル及びフレームパターン発生部 102-4B と、パリティ計数部 102-5B と、誤りパルス計数部 102-6B とを含んで構成されている。

【0043】以上の構成により、無線フレーム処理部 102 の送信側 102A は、以下の機能を有している。すなわち、直列ー並列変換による速度変換機能と、フレームビット及び誤り訂正用付加ビット、監視制御のための補助信号の挿入による無線方式の同期の確立機能と、データ秘匿及び同期はずれ防止のためのスクランブル機能とを有している。

【0044】一方、無線フレーム処理部の受信側は、以下の機能を有している。すなわち、データ復元のためのデスクランブル機能と、フレームビット同期及び誤り訂正、監視制御のための信号の抽出・除去による無線方式の同期の確立機能とを有している。さらに以上の機能の他に、無線フレーム処理部 102 は、送信側 102A の機能として、2 値信号入力系列毎にフレーム同期ビット及びパリティビットを付加し、無線フレームを生成するビット付加同期変換機能と、スクランプリング変換機能とを有している。また、無線フレーム処理部 102 は、受信側 102B の機能として、全ての送信側のビット付加同期変換の逆変換を行い 2 値信号入力系列毎のフレーム同期を確立するフレーム同期機能と、2 値信号入力系列毎にデスクランブルするデスクランプリング変換機能と、フレーム同期ビット及びパリティビットを除去してパリティチェック誤りを検出するビット除去同期変換機能とを有している。

【0045】以上説明したように本実施形態では、不均等変復調を行うことにより、QoS を実現することができる。図 6 は本発明による無線通信システムの実施の第 2 の形態における無線中継装置の構成を示すブロック図である。同図には、個々のデータ毎に QoS が区別されるパケットデータを収容する無線中継装置の構成が示されている。同図において、第 2 の実施形態が第 1 の実施形態と異なる点は、信号処理部 101 への入力が IP パケットや ATM セルである点である。このため、本実施形態における信号処理部 101 は、図 7 に示されているように構成されている。

【0046】同図を参照すると、信号処理部 101 は、パケットデータを入力とするパケットインタフェース(INF) 101-1 と、受信したデータについて P-S 変換処理を行う P-S 変換処理部 101-2 と、受信データに付加されているヘッダを分離して解析する受信ヘッダ処理部 101-3 と、受信データを一時保持する受信バッファ 101-4 と、送信すべきデータを一時保

持する送信バッファ 101-6 と、CPU 101-9 からアクセスされ、受信バッファ 101-4 に保持されているデータと送信バッファ 101-6 に保持すべきデータとを記憶するデュアルポート RAM (DPRAM) 101-5 と、送信ヘッダを付加する送信ヘッダ処理部 101-7 と、送信すべきデータを振分けることによって QoS を実現する送信 QoS 系列振分け部 101-8 と、各部を制御する CPU 101-9 とを含んで構成されている。

【0047】なお、本システムにおいては、優先パケットデータが非優先パケットデータよりも優先的に品質の良い回線に割り付けられる。同図に示されているように、パケットデータを中継する本システムにおいては、不均等変調部 103 の入力の前に、ATMセルや IP パケット等の個々のデータ毎に QoS が区別されるパケットデータを入力とする信号処理部 101 が設けられている。

【0048】この信号処理部 101 は、個々のパケットデータの QoS 情報により、ATMセル、IP パケットの重要度、サービスクラスを判定する。この QoS 情報は、例えば、入力された ATMセルの PTI (ペイロードタイプ識別子) 等の ATMセル識別子や CLP (Cell Loss Priority: セル紛失優先度)、IP パケットの IP データグラムのサービスタイプ等である。

【0049】また、信号処理部 101 は、QoS 情報により判定したパケットデータ毎の重要度、サービスクラスに応じて不均等多値変調部の 2 値信号入力系列の入力の中で最適な 2 値信号系列の入力に振分ける信号処理機能を有する。この信号処理部 101 を設けることにより、パケットデータ毎に無線区間における QoS を実現できる。

【0050】信号処理部 101 は、送信側において以下のような処理を行う。ATMセルや IP パケット等の個々のデータ毎に QoS が区別されるパケットを收容する回線の場合、送信側信号処理部に具備した送信データバッファメモリに入力されたパケットを一時的に蓄積し、入力された ATMセルの PTI (ペイロードタイプ識別子) 等の ATMセル識別子や CLP (Cell Loss Priority: セル紛失優先度) や IP パケットの IP データグラムのサービスタイプ等の個々のパケットデータの QoS 情報により、ATMセル、IP パケットの重要度、サービスクラスを判定し、判定したパケットデータ毎の重要度、サービスクラスに応じて割り振られたサービス品質に基づき指定される送信側無線フレーム処理部の個々の入力系統に送信側信号処理部の送信データバッファメモリに蓄積したパケットを出力する。また、送信データバッファメモリ使用量が一定の限界を超えた場合、優先度の低いパケットを破棄する。

【0051】この時、收容回線が複数ある場合及び無線

区間のパケット再送を行う場合には送信側信号処理部でパケットに收容回線、再送処理用パケット番号等の情報を示すヘッダを付加する。また、信号処理部 101 は、受信側において以下のような処理を行う。受信側装置の信号処理部 101 では、受信側装置の無線フレーム処理部 102 から出力された信号の送信側装置の信号処理部 101 で付加したパケットの收容回線、再送処理用パケット番号等の情報を示すヘッダを参照しパケットの收容回線を判別し、送信側装置の信号処理部 101 で付加したヘッダを削除し元のパケットに復元する。送信側装置の信号処理部 101 で付加したヘッダの情報に基づき、復元したパケットをパケット收容回線毎に振分け回線收容端子に出力する。

【0052】なお、再送処理を使用する場合、受信側装置の信号処理部 101 で再送処理用パケット番号を参照し欠落したパケット番号が発見された場合、送信側装置の信号処理部に欠落したパケット番号のパケットの再送処理を依頼する。この再送処理は、パリティチェック誤り発生を契機として行われる。このため、受信側の無線フレーム処理部 102 では、受信側の信号処理部 101 がパケット再送の判定に使用する誤り情報としてパリティチェック誤り信号を信号処理部 101 に出力する。

【0053】本システムでは、送信側において、無線フレームを生成する。そして、信号処理部 101 が指定した多値変調部の 2 値信号系列を振分けたデータに各無線フレームのペイロードデータの無線中継装置の入出力端子識別符号が無線フレームオーバーヘッドとして付加される。この無線フレームは、信号処理部 101 が指定した多値変調部の 2 値信号系列に入力される。

【0054】一方、受信側においては、送信側の無線フレーム処理部で無線フレームオーバーヘッドとして付加された入出力端子識別符号に従い、信号処理部 101 の受信側入力に出力する。以上説明したように本実施形態では、パケット処理後に不均等変調を行うことにより、パケットデータについて QoS を実現できる。

【0055】図 8 は本発明による無線通信システムの実施の第 3 の形態を示すブロック図である。同図には、回線毎に品質差を付けた回線と個々のデータ毎に QoS が区別されるパケットデータの両方を收容する無線中継装置の構成が示されている。同図に示されているように、第 3 の実施形態は、第 1 の実施形態の構成と第 2 の実施形態の構成とを併用したものである。すなわち、第 1 の実施形態の同一サービス品質の回線收容数が複数ある場合の TDM 処理部について、その送信側入力、受信側出力に第 2 の実施形態の構成を收容する。この結果、第 3 の実施形態における信号処理部 101 は、図 9 に示されているような構成になる。同図においては、送信 QoS 系列振分部分 101-8 によって入力データを振分けて P-S 変換処理部 P-S-1 ~ P-S-n に入力し、また S-P 変換処理部 S-P-1 ~ S-P-n の出力を P-S 変換部

101-2に入力してシリアルデータに変換後、受信ヘッダ処理することになる。

【0056】図10は本発明による無線通信システムの実施の第4の形態を示すブロック図である。同図に示されているように、第4の実施形態が第1の実施形態と異なる点は、無線フレーム処理部102とRF送信部104との間に制御部109が設けられている点である。無線フレーム処理部102の受信側ではパリティチェック誤り信号を制御部109に出力する。制御部109はRF送信部104における送信電力を制御する。つまり、この制御部109は、ビット誤り率を監視し、その誤り率が所定閾値より高くなったときに、送信電力を増加させる機能を有する。ビット誤り率が所定閾値より高くなると、優先順位の低い（品質の悪い）回線から順に切断されることになるが、送信電力を増加させることにより、優先順位の高い回線が切断されることを未然に防止できる。なお、ビット誤り率の低下を検出する代わりに、受信レベルの低下を検出し、受信レベルが所定閾値より低下したときに送信電力を増加させても良い。

【0057】かかる構成において、無線フレーム処理部102で送信時にCRCチェックビット等の監視ビットを付加する。受信時には無線フレーム処理部102で監視ビットに基づいて回線品質を確認する。この確認の結果、品質が劣化した場合、無線中継装置の送信電力を増大させるように送信電力を制御する。この送信電力制御においては、無線中継装置に使用された送信電力増幅器の飽和出力から算出された、その無線中継装置にQPSK（Quadrature-Phase Shift Keying：4位相変調）変調方式を使用した場合に必要とされる飽和送信電力に対するおおよそのバックオフを確保した電力まで送信電力を増大させる。

【0058】以上説明したように本実施形態では、ビット誤り率が高くなったときに送信電力を増加させることにより、優先順位の高い回線が切断されることを防止できる。図11は本発明による無線通信システムの実施の第5の形態を示すブロック図である。同図において、第5の実施形態が第1の実施形態と異なる点は、RF受信部107の出力を制御入力とし、制御出力をRF送信部104に与える制御部109が設けられている点である。この制御部109は、RF受信部107の受信レベルを監視し、そのレベルが所定閾値よりも低下したときに、RF送信部104の送信レベルを高めるように制御する。自装置の受信レベルが低下した場合には、対向する相手側装置の受信レベルも低下していると推測できるので、送信レベルを高めることによって回線が切断されることを未然に防止できる。

【0059】かかる構成において、受信レベルが特定の閾値よりも低下した場合、無線中継装置の送信電力を増大させるように送信電力制御が行われる。この電力制御においては、無線中継装置に使用された送信電力増幅器

の飽和出力から算出された、その無線中継装置にQPSK変調方式を使用した場合に必要なとされる飽和送信電力に対するおおよそのバックオフを確保した電力まで送信電力を増大させる。

【0060】以上説明したように本実施形態では、受信レベルが低下したときに、送信レベルを高めることにより、回線が切断されることを防止できる。図12は本発明による無線通信システムの実施の第6の形態を示すブロック図である。同図において、第6の実施形態が第1の実施形態と異なる点は、RF受信部107の出力を制御入力とし、制御出力を不均等変調部103に与える制御部109が設けられている点である。この制御部109は、RF受信部107の受信レベルを監視し、そのレベルが所定閾値よりも低下したときに、不均等変調部103における信号点を、IQ平面上において移動させる処理を行う。自装置の受信レベルが低下した場合には、対向する相手側装置においてビット誤り率が高くなると推定できるので、信号点を移動させることにより、優先順位の高い回線が切断されることを未然に防止できる。この制御部109による信号点の移動は、図13を参照して後述する。

【0061】かかる構成において、装置の受信電力が、装置が使用している多値変調部の変調点数をNとした場合のN値変調器の所定のBERに対するC/Nを満足する受信電力以下に低下したときには、以下の処理が行われる。すなわち、制御部が装置のN値変調器の信号点の位置を $N/4$  ( $N/4^m$ ,  $m=1$ ) 値の多値変調とした場合の信号点の位置に、N値変調器の位置を近づけ、N値変調器の出力信号点の間隔に粗密をつける。更に受信電力が、 $N/4$  ( $N/4^m$ ,  $m=1$ ) 値変調方式の所定のBERに対するC/Nを満足する受信電力以下に低下したときには、N値変調器の信号点の位置を $N/16$  ( $N/4^m$ ,  $m=2$ ) 値の多値変調とした場合の信号点の位置に、N値変調器の信号点位置を近づけ、N値変調器の出力信号点の間隔に粗密をつける。また、低下した受信電力が増大して回復した場合には、以上の逆の制御を行う。

【0062】以上説明したように本実施形態では、受信レベルが低下したときにIQ平面上の信号点を移動させて信号間隔に粗密をつけることにより、優先順位の高い回線が切断されることを防止できる。図14は本発明による無線通信システムの実施の第7の形態を示すブロック図である。同図に示されているように、第7の実施形態は、第5の実施形態と第6の実施形態とを併合させた構成である。つまり、本実施形態では、RF受信部107の出力を制御入力とし、制御出力をRF送信部104及び不均等変調部103に与える制御部109を設けている。この制御部109は、RF受信部107の受信レベルを監視し、そのレベルが所定閾値よりも低下したときに、RF送信部104の送信レベルを高めるように制

御すると共に、不均等変調部103における信号点を、I Q平面上において移動させる処理を行う。

【0063】かかる構成において、装置の受信電力が、装置が使用している多値変調部の変調点数をNとした場合のN値変調器の所定のBER（ビット誤り率）に対するC/Nを満足する受信電力以下に低下したときには、以下の処理が行われる。すなわち、装置のN値変調器の信号点の位置を $N/4$ （ $N/4^m$ 、 $m=1$ ）値の多値変調とした場合の信号点の位置に、N値変調器の位置を近づけ、N値変調器の出力信号点の間隔に粗密をつける。さらに、送信電力を増大させるように送信電力制御が行われる。この電力制御においては、無線中継装置に使用された送信電力増幅器の飽和出力と使用N値変調方式とから算出された、バックオフを確保した送信電力から $N/4$ （ $N/4^m$ 、 $m=1$ ）値変調方式を使用する場合必要と算出されたバックオフを確保した電力まで送信電力を増大させる。また、受信電力が、 $N/4$ （ $N/4^m$ 、 $m=1$ ）値変調方式の所定のBERに対するC/Nを満足する受信電力以下に低下したときには、N値変調器の信号点の位置を $N/16$ （ $N/4^m$ 、 $m=2$ ）値の多値変調とした場合の信号点の位置に、N値変調器の信号点位置を近づけ、N値変調器の出力信号点の間隔に粗密をつける。さらに、 $N/16$ （ $N/4^m$ 、 $m=2$ ）値変調方式を使用する場合必要と算出されたバックオフを確保した電力まで送信電力を増大させる。この処理は $N/4^m$ が4になるまでmの値を1ずつ大きくして行われる。また、低下した受信電力が増大して回復した場合には、以上の逆の制御を行う。

【0064】以上説明したように本実施形態では、受信レベルが低下したときに信号点移動と送信電力増大とを行うことにより、優先順位の高い回線の切断をより防止できる。

（不均等変復調の手法）上述したように、本システムにおける不均等多値変調方式は、信号空間平面上において信号点同士の間隔に粗密が生じるように不均等に各信号点を配置する変調を行う方式である。この場合、使用する最低2系列以上の2値信号系列を有し、複数系列の2値信号の信号系列毎のビット誤り率が等しくなる各系列の2値信号の系列毎の変調信号の所要C/NのC/N最小の信号系列とC/N最大の信号系列との間にC/N値の大きな差が生じる。この不均等多値変調を実現する手法には、例えば以下のようなものがある。

【0065】すなわち、図21に示されている一般的なQAM変調方式の信号点配置に対して、図15に示されているように、第2パス、第3パスの第1パスの象限誤りが生じ易い象限境界上に隣接する信号点の使用を制限し、その信号点を使用する入力系列への入力を禁止すれば良い。また、図16に示されているように、I Q平面上において、象限誤りを生じ易い特定の位相角範囲に位置する信号点の使用を制限し、その信号点を使用する入

力系列への入力を禁止しても良い。

【0066】図17（a）に示されているように、信号点をI Q平面の原点から遠ざける方法を採用しても良い。この場合、QAM変調方式のI Q平面上の信号点を、象限毎の組にして信号点の距離間隔等の位置を固定し、各組の中心点がI Q軸の角度の二分線上をI Q平面原点から放射状に遠ざかる方向に、移動させる。この信号点移動を実現するための構成が同図（b）に示されている。同図においては、2値-8値変換部103-3a、103-3bの出力を、8値振幅変調器（AMMOD）103-4a、103-4bにおいて振幅変調処理する。この場合、移相器103-2によって8値振幅変調器103-4aに与える搬送波と8値振幅変調器103-4bに与える搬送波との位相を $\pi/2$ ずらすことによって、互いに直交するI軸信号（a1、a3、a5）とQ軸信号（a2、a4、a6）とを得る。そして、これらI軸信号（a1、a3、a5）とQ軸信号（a2、a4、a6）とを合成器（H）103-5で合成することによって、直交変調出力を得る。

【0067】このような周知の直交変調処理において、2値-8値変換部103-3a、103-3bの入力となる変調入力a1、a3及びa5、a2、a4及びa6のうち、a3及びa4の値を零に固定することにより、同図（a）に示されているようにI Q平面の原点から遠ざけるように信号点を移動させることができる。図18は、I Q平面上の象限誤りを低下させるために信号点のI Q平面上の位相角を4種類に制限し、4種類の位相角と振幅変化を加えた不均等多値変調信号点配置図である。同図に示されているように、QPSKに振幅変化を重ねたAPSK（Amplitude Phase Shift Keying：振幅位相変調）や8PSKに振幅変化を重ねたAPSK、更にその振幅変化量を小さくする方法を採用しても良い。

【0068】図13には、不均等多値変調信号点配置としてQAM変調方式のI Q平面上の信号点を象限毎の組にして象限毎の組の間隔を小さくする信号点制御法が示されている。同図（a）に示されているように、4-PSKの合成によりQAMを信号生成する重畳変調法において、重畳する4-PSKの振幅を小さくする方法を採用しても良い。すなわち、同図（a）に示されている矢印の方向に、各信号点を近づけるように移動させる。この信号点の移動を実現するための構成が同図（b）に示されている。

【0069】同図においては、搬送波源103-1の搬送波出力そのままと、その出力の位相を移相器103-2によって $\pi/2$ ずらしたものが入力される2つの2値変調器103-6a、103-6bを有する4-PSK変調器の出力である第1パス信号（a1、a2）、第2パス信号（a3、a4）のうち、後者を減衰器103-7で減衰させる。減衰器103-7の減衰量を $1/2$

～2/2の範囲で変化させることにより、第1パス信号と第2パス信号とを合成器(H)103-5で合成した最終的な変調出力は、同図(a)に示されているIQ平面上の矢印の方向、すなわち信号点が近づく方向に移動することになる。

【0070】また、送信電力は使用する送信アンプの飽和電力と使用する変調方式により必要とされるバックオフ量(飽和送信電力に対するバックオフ量)により規定され、一般的に多値化が進むほどアンプの非線形増幅の影響が大きくなるため所要バックオフ量は大きくなる。このため、第1パス信号がIQ平面の4つの象限で区切られるQPSK系となる信号点配置の不均等多値変調方式においては降雨減衰等によるフラットフェードが生じ受信電力が低下した場合、制御部により、使用している不均等多値変調方式に通常必要とされる飽和送信電力に対するバックオフ量からQPSK変調方式の飽和送信電力に対する所要バックオフ量までバックオフ量を減らし送信電力を増大させる。こうすることにより、受信電力低下による品質劣化時に送信電力をQPSK変調方式に必要とされるおおよそのバックオフを確保した送信電力まで送信パワーを増大させて受信電力を増大させ、第1パス信号系列の誤りを減少させることができる。なお、上述した重畳変調法を用いた場合においては更に重畳している送信電力の増加と同時に4-PSKの振幅を小さくして、第1パス信号系列の誤りを減少させることもできる。

【0071】以上のように、本システムによれば、無線区間の周波数利用効率を高めるために多値変調方式を適用し、多値変調部及び復調部に収容される複数系列の2値信号の信号系列毎のビット誤り率が等しくなる複数系列の2値信号の系列毎の変調信号の所要C/N(搬送波対雑音電力比)において、C/N最小の信号系列とC/N最大の信号系列との間にC/N値の差に大きな開きがある不均等多値変調部及び不均等多値復調部を無線中継装置に設け、不均等多値変調部及び不均等多値復調部に収容される複数系列の2値信号の系列毎のビット誤り率に大きな差が開くように構成することにより、無線回線におけるサービスクラスを実現できる。さらに、サービスクラスに応じて送信に使用する不均等多値復調部の2値信号の入力系列を使い分けることにより、無線回線において従来のような平均的品質ではなく、高い品質が要求されるサービスクラスのデータ回線やパケットデータを複数系列の2値信号入力中の2値信号の系列毎のビット誤り率に対する所要C/Nが小さい系列に入力することでデータのビット誤り発生確率に差を付け、個々のデータや回線毎に必要なサービスクラスに応じた通信品質を、変調方式の切替え無しに実現できる。

【0072】また、従来の多値変調方式適用時に問題となった多値化による中継距離の短縮問題もサービスクラスを実現することにより、ベストエフォート型回線の品

質を保証しないことにより多値化による中継距離の短縮量を最小限に抑えることが可能となり、従来のQPSK方式無線中継装置を使用した無線区間に代替使用することにより従来から無線区間に収容されている回線品質を大きく変えることなく、ベストエフォート型回線を増設することが可能になるため周波数利用効率を向上させることができる。

【0073】ところで、以上説明した本システムにおいては、以下のような無線通信方法が実現されていることになる。すなわち、複数系列の2値信号を送受信する無線通信方法であって、信号空間平面において信号点同士の間隔に粗密が生じるように前記2値信号の各信号点を不均等に配置する変調を行い、送受信すべき信号の優先度に応じて、使用する信号点を決定する送信ステップと、前記2値信号の各信号点について復調を行う受信ステップとを含む無線通信方法が、本システムによって実現されていることになる。

【0074】そして、上記送信ステップにおいては、信号空間平面における象限境界に隣接する信号点の使用を禁止するか、特定の位相角範囲に位置する信号点の使用を禁止するか、特定の位相角範囲に位置する信号点を移動させることにより、前記信号点同士の間隔に粗密が生じるように制御している。また、特定の位相角範囲に位置する信号点の移動は、受信電力レベルが低下した場合に行う。

【0075】また、本システムにおいては、受信電力レベルの低下やビット誤り率の低下に応じて送信電力レベルを高めるように制御する無線通信方法が実現されている。この送信電力レベルを高める際には、QPSK変調方式を使用した場合に必要とされるおおよそのバックオフを確保した電力まで送信電力レベルを増加させる。さらにまた、入出力端子毎の識別情報を2値信号に付加するステップを更に含み、この付加された識別情報に対応する入出力端子を介して2値信号を送受信する無線通信方法や、上記受信ステップにおいて受信した2値信号の誤り検出にตอบสนองして該2値信号の再送信を行うステップを更に含む無線通信方法も、本システムによって実現される。

【0076】(応用例) 以上説明した無線通信システムでは、P-P通信サービスにおいてQoSを実現している。そこで、上記のシステムにおける無線中継装置を利用することによって、P-MP(Point-To-Multipoint)通信サービスに用いる多元接続無線アクセスシステムを実現することもできる。すなわち、上記の無線中継装置の送信側を基地局装置に設け、かつ、同装置の受信側を端末局装置に設けて、図19に示されているように構成する。こうすることにより、基地局装置に収容される複数系列の2値信号の系列毎のビット誤り率に対する所要C/N値に差が生じることになる。このC/N値の差により、2値信号の系列毎に基地

局 K から各端末局 T1～T3 への下り回線の所要回線品質が一定で最大中継距離が段階的に異なることになる。

【0077】 同図に示されている例では、回線品質の高い回線 1 は中継距離が最も長く、逆に回線品質の低い回線 3 は中継距離が最も短い。回線 2 は、回線 1 と回線 3 との中間の品質であるため、中継距離もそれらの中間である。このとき、回線 1～3 のうちの 1 つに着目すると、その回線では回線品質が一定であることになる。なお、同図 (b) には同図 (a) 中の基地局 K の構成例が示されている。他の実施形態の場合と同様に、制御部 109 を追加しても良い。

【0078】 以上説明した多元接続無線アクセスシステムでは、基地局から端末局への下り回線それぞれにおいて、その回線の品質を一定に保つことができる。このように、上記の無線通信システムを用いることによって、複数系列の 2 値信号の系列毎のビット誤り率に対する所要 C/N 差により、2 値信号の系列毎に基地局下り回線の所要回線品質が一定で最大中継距離が段階的に異なることを特徴とする P-MP サービスに用いる多元接続無線アクセスを実現することができる。

【0079】 請求項の記載に関し、本発明は更に以下の態様を採り得る。

(1) 複数系列の 2 値信号入出力システムを有する多値変調方式において、多値変調部及び復調部の変調信号の C/N (搬送波対雑音電力比) に対して多値変調部及び復調部に収容される複数系列の 2 値信号の系列毎のビット誤り率に大きな差が開くように構成したことを特徴とする無線通信システム。

【0080】 (2) 送信部に複数系列の 2 値信号入力を有する多値変調方式を、受信側に送信側入力に対応する対となる複数系列の 2 値信号出力を有する多値復調方式を、それぞれ適用し、収容される複数系列の 2 値信号の系列毎のビット誤り率に対する所要 C/N に大きな差が開くように構成し、高い品質が要求されるサービスクラスのデータ回線やパケットデータを複数系列の 2 値信号入力中の 2 値信号の系列毎のビット誤り率に対する所要 C/N が小さい系列に入力することでサービスクラスを実現することを特徴とする無線通信システム。

【0081】 (3) 複数の回線を収容する無線通信システムであって、収容した個々の回線の無線区間特性劣化による回線断発生確率に有意な差を付け、収容した複数の回線に無線区間回線断発生及び無線区間回線断回復に固定の順序を与えたことを特徴とする無線通信システム。

(4) 複数の回線を収容する無線通信システムであって、収容した個々の回線の無線区間特性劣化によるビット誤り発生率に有意な差を付け、収容した複数の回線の品質に固定の順序を与えたことを特徴とする無線通信システム。

【0082】 (5) 複数の回線を収容する無線通信シ

テムであって、収容した個々の回線の無線区間特性劣化による回線断発生確率に有意な差を付け、収容した複数の回線に無線区間回線断発生及び無線区間回線断回復に固定の順序を与えサービスクラスを実現することを特徴とする無線通信システム。

(6) 複数の回線を収容する無線通信システムであって、収容した個々の回線の無線区間特性劣化によるビット誤り発生率に有意な差を付け、収容した複数の回線の品質に固定の順序を与えサービスクラスを実現することを特徴とする無線通信システム。

【0083】 (7) 入力された ATM セルや IP パケット等のデータの中継する無線通信システムであって、入力された ATM セルの PTI 等の ATM セル識別子や CLP や IP パケットの IP データグラムのサービスタイプ等の QoS 情報により、ATM セル、IP パケットの重要度、サービスクラスを判定し、系列毎に回線断率、ビット誤り率が異なる複数系列の 2 値信号入力を有する多値変調部の 2 値信号入力系列の入力の中で最適な 2 値信号系列の入力に振分ける信号処理機能を有する信号処理部を前記多値変調部の前段に設けたことを特徴とする無線通信システム。

【0084】 (8) QoS 情報により、ATM セル、IP パケットの重要度、サービスクラスを判定し、2 値信号入力系列毎に回線断率、ビット誤り率が異なる複数系列の 2 値信号入力を有する多値変調部の 2 値信号入力系列の入力の中で最適な 2 値信号系列の入力に振分ける信号処理機能によりサービスクラスを実現することを特徴とする無線通信システム。

【0085】 (9) 入力データをベアラサービスデータとパケットデータとに分類し、さらに、パケットデータをヘッダフィールドに示された優先度の指定、遅延の少ない経路要求、スループットの高い経路要求、信頼性の高い経路要求、等のサービスタイプで分類し、個々のパケットデータの優先度を判断し、ベアラサービスデータ、次に優先度が高いパケットデータから次に優先度が低いパケットデータへとデータの優先度順に従い複数系列の 2 値信号入力中の 2 値信号の系列毎のビット誤り率に対する所要 C/N が小さい系列に振分けること特徴とする無線通信システム。

【0086】 (10) ベアラサービスデータとパケットデータとが入力される場合、ベアラサービスデータを多値変調部の複数系列の 2 値信号入力中の 2 値信号の系列毎のビット誤り率に対する所要 C/N が小さい系列から順に入力系列を固定し、固定されずに余った空き入力系列がさらにビット誤り率に対する所要 C/N が小さい系列から順にパケットデータの入力系列として割当ててことを特徴とする無線通信システム。

【0087】 (11) 固定されずに余った空き入力系列がさらにビット誤り率に対する所要 C/N が小さい系列から順にパケットデータの入力系列として割当て、更に

無線区間のみのパケット再送制御機能を付加し、パケットデータの無線区間でのパケット誤りに対してパケット再送を行うことを特徴とする無線通信システム。

(12) ベアラサービスデータとパケットデータとが入力される場合、ベアラサービスデータを多値変調部の複数系列の2値信号入力中の2値信号の系列毎のビット誤り率に対する所要C/Nが小さい系列から順に入力系列を固定し、固定されずに余った空き入力系列がさらにビット誤り率に対する所要C/Nが小さい系列から順に、パケットデータをヘッダフィールドに示された優先度の指定、遅延の少ない経路要求、スループットの高い経路要求、信頼性の高い経路要求、等のサービスタイプで分類し、個々のパケットデータの優先度を判断し、優先度が高いパケットデータから順に優先度が低いパケットデータへとデータの優先度順に従い入力系列に割当ててことを特徴とする無線通信システム。

【0088】(13) 優先度が高いパケットデータから順に優先度が低いパケットデータへとデータの優先度順に従い入力系列に割当て、更に無線区間のみのパケット再送制御機能を付加し、パケットデータの無線区間でのパケット誤りに対してパケット再送を行うことを特徴とする無線通信システム。

(14) ベアラサービスデータ用及びパケットデータ用に入力端子が複数ある場合、端子毎の識別符号を付け、入力端子毎の信号データをベアラサービスデータとパケットデータとに分類し、さらに、パケットデータをヘッダフィールドに示されている優先度の指定、遅延の少ない経路要求、スループットの高い経路要求、信頼性の高い経路要求、等のサービスタイプに応じて分類し、ベアラサービスデータと個々のパケットデータとの優先度を判断し、ベアラサービスデータ、次に優先度が高いパケットデータから優先度が低いパケットデータへとデータの優先度順に従い、複数系列の2値信号入力中の2値信号の系列毎のビット誤り率に対する所要C/Nが小さい系列から順に入力系列を指定し、複数系列の2値信号毎の無線フレームを生成し、2値信号系列を振分けたデータが各無線フレームのペイロードデータの端子識別符号を無線フレームオーバーヘッドとして付加された無線フレームを2値信号系列に入力し、受信側において復調後、無線フレームオーバーヘッドとして付加された端子識別符号に従った出力端子に出力するようにしたことを特徴とする無線通信システム。

【0089】(15) 送信時にCRCチェックビット等の監視ビットを付加し、受信時に前記監視ビットにより回線品質を確認し、品質劣化時に送信電力レベルを、自システムに使用されている送信電力増幅器の飽和出力から算出された、QPSK変調方式を使用した場合に必要とされる飽和送信電力に対するおおよそのバックオフを確保した電力まで送信電力を増大させるように制御が行われることを特徴とする無線通信システム。

【0090】(16) 受信入力レベルが特定の閾値よりも低下した場合、無線通信システムの送信パワーを、自システムに使用されている送信電力増幅器の飽和出力から算出された、QPSK変調方式を使用した場合に必要とされる飽和送信電力に対するおおよそのバックオフを確保した電力まで送信電力を増大させるように送信電力制御が行われることを特徴とする無線通信システム。

【0091】(17) 受信電力が低下し、C/Nが劣化した場合、多値変調点数をNとした場合のN値変調器の所定のビット誤り率に対するC/Nを満足する受信電力以下に低下した場合、信号点の位置を $N/4$  ( $N/4^m$ ,  $m=1$ ) 値の多値変調とした場合の信号点の位置に近づけてN値変調器の出力信号点の間隔に粗密をつけ、受信電力がさらに低下した場合、同様にC/Nが劣化し $N/4$  ( $N/4^m$ ,  $m=1$ ) 値変調方式の所定のBERに対するC/Nを満足する受信電力以下に低下した場合、N値変調器の信号点の位置を $N/16$  ( $N/4^m$ ,  $m=2$ ) 値の多値変調とした場合の信号点の位置に、N値変調器の信号点位置を近づけてN値変調器の出力信号点の間隔に粗密をつけ、低下した受信電力が増大した回復した場合には以上とは逆の制御を行うことを特徴とする無線通信システム。

【0092】(18) 受信電力が低下し、C/Nが劣化した場合、使用している変調点数をNとした場合のN値変調器の所定のビット誤り率に対するC/Nを満足する受信電力以下に低下した場合、信号点の位置を $N/4$  ( $N/4^m$ ,  $m=1$ ) 値の多値変調とした場合の信号点の位置に近づけてN値変調器の出力信号点の間隔に粗密をつけ、送信電力レベルを無線通信システムに使用された送信電力増幅器の飽和出力と使用N値変調方式とから算出された、バックオフを確保した送信電力から $N/4$  ( $N/4^m$ ,  $m=1$ ) 値変調方式を使用する場合必要と算出されたバックオフを確保した電力レベルまで増大させ、受信電力が更に低下してC/Nが劣化し、 $N/4$  ( $N/4^m$ ,  $m=1$ ) 値変調方式の所定のBERに対するC/Nを満足する受信電力以下に低下した場合、N値変調器の信号点の位置を $N/16$  ( $N/4^m$ ,  $m=2$ ) 値の多値変調とした場合の信号点の位置に、N値変調器の信号点位置を近づけてN値変調器の出力信号点の間隔に粗密をつけ、 $N/16$  ( $N/4^m$ ,  $m=2$ ) 値変調方式を使用する場合に必要と算出されたバックオフを確保した送信電力まで送信電力を増大させ、以上の処理を $N/4^m$ が4になるまでmの値を1ずつ大きくして行い、かつ、低下した受信電力が増大した回復した場合には以上とは逆の制御を行うことを特徴とする無線通信システム。

【0093】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、P-P通信サービスに適用する場合においても変調方式の切替え無しにサービスクラスを実現し、個々のデータや回線毎

に必要とされるサービスクラスに応じた通信品質を実現できるという効果がある。また、多値変調方式採用によって周波数利用効率を向上し、かつ、多値化による中継距離の短縮を抑えることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明による無線通信システムの構成を示すブロック図、(b)は(a)の無線通信システムにおける収容回線のC/N特性概念を示す図である。

【図2】(a)は本発明による無線通信システムに適用する不均等多値変調部及び不均等多値変調部を示す図、(b)は(a)のC/N特性概念を示す図である。

【図3】本発明の無線通信システムの第1の実施形態の構成を示すブロック図である。

【図4】第1の実施形態における信号処理部の構成例を示すブロック図である。

【図5】無線フレーム処理部の構成例を示すブロック図である。

【図6】本発明の無線通信システムの第2の実施形態の構成を示すブロック図である。

【図7】第2の実施形態における信号処理部の構成例を示すブロック図である。

【図8】本発明の無線通信システムの第3の実施形態の構成を示すブロック図である。

【図9】第3の実施形態における信号処理部の構成例を示すブロック図である。

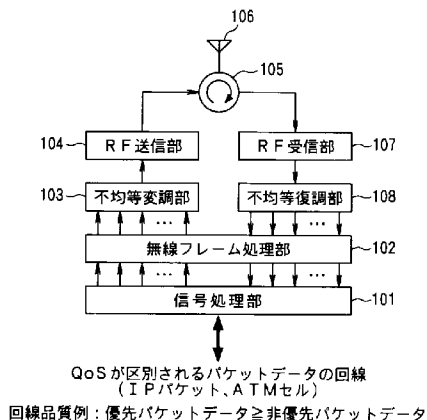
【図10】本発明の無線通信システムの第4の実施形態の構成を示すブロック図である。

【図11】本発明の無線通信システムの第5の実施形態の構成を示すブロック図である。

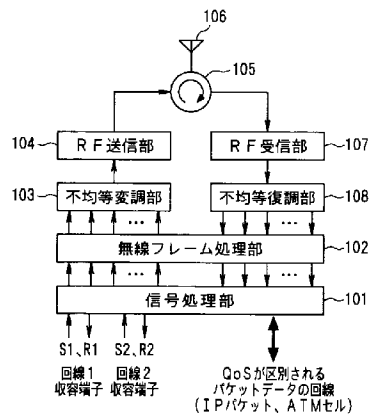
【図12】本発明の無線通信システムの第6の実施形態の構成を示すブロック図である。

【図13】(a)は本発明の無線通信システムに使用する不均等多値変調方式の信号点配置の一例を示す図、(b)は(a)の信号点配置を実現するための不均等変調部の構成を示す図である。

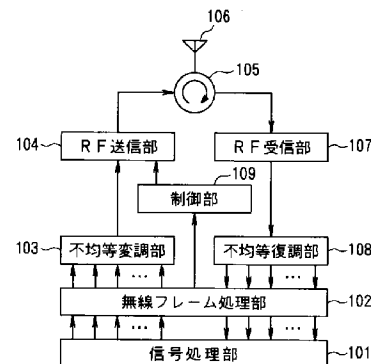
【図6】



【図8】



【図10】



【図14】本発明の無線通信システムの第7の実施形態の構成を示すブロック図である。

【図15】本発明の無線通信システムに使用する不均等多値変調方式の信号点配置の他の例を示す図である。

【図16】本発明の無線通信システムに使用する不均等多値変調方式の信号点配置の他の例を示す図である。

【図17】(a)は本発明の無線通信システムに使用する不均等多値変調方式の信号点配置の他の例を示す図、(b)は(a)の信号点配置を実現するための不均等変調部の構成を示す図である。

【図18】本発明の無線通信システムに使用する不均等多値変調方式の信号点配置の他の例を示す図である。

【図19】(a)は本発明の無線通信システムをP-M Pサービスの下り回線に用いた場合の無線中継区間構成例を示す図、(b)は(a)における基地局の構成例を示すブロック図である。

【図20】従来の無線通信システムの構成を示すブロック図である。

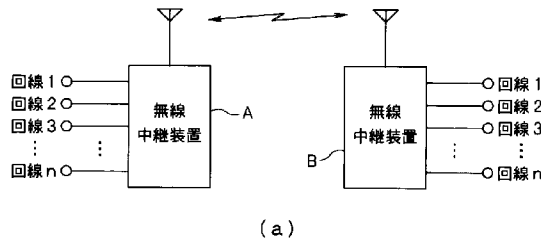
【図21】一般的なQAM変調方式の信号点配置例である。

【符号の説明】

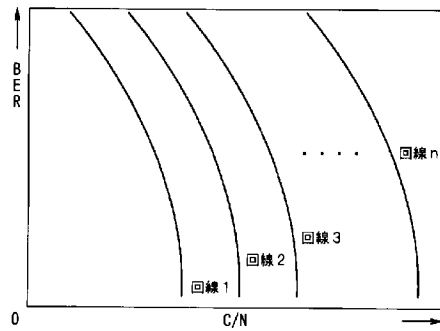
- 101 信号処理部
- 102 無線フレーム処理部
- 103 不均等変調部
- 104 RF送信部
- 105 サーキュレータ
- 106 送受信アンテナ
- 107 RF受信部
- 108 不均等復調部
- 109 制御部
- A, B 無線中継装置
- a<sub>1</sub> ~ a<sub>n</sub> 2値信号系列入力
- a'<sub>1</sub> ~ a'<sub>n</sub> 2値信号系列出力
- BPF バンドパスフィルタ



【図1】

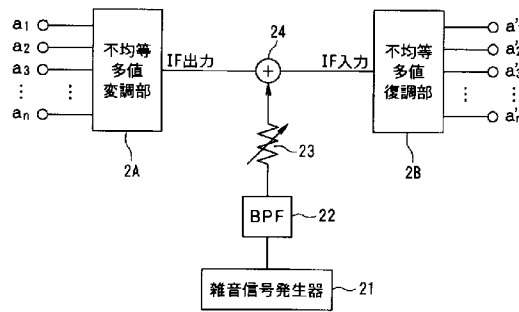


(a)

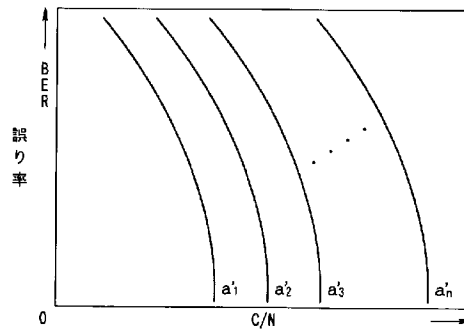


(b)

【図2】

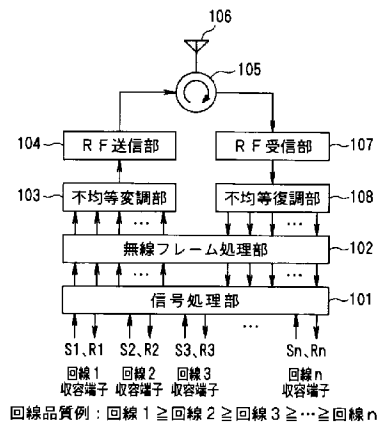


(a)



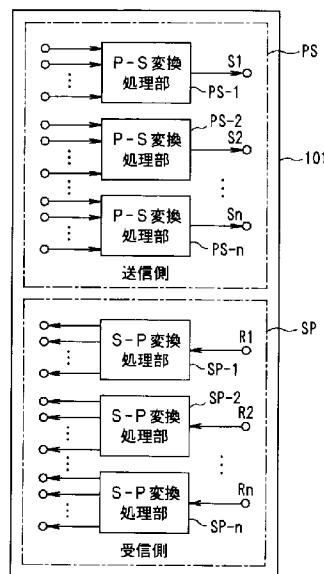
(b)

【図3】

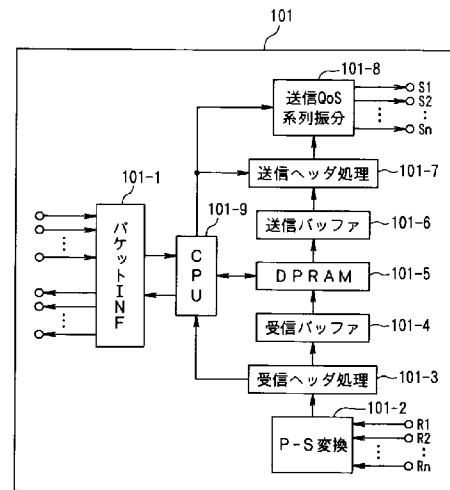


回線品質例：回線 1 ≥ 回線 2 ≥ 回線 3 ≥ ... ≥ 回線 n

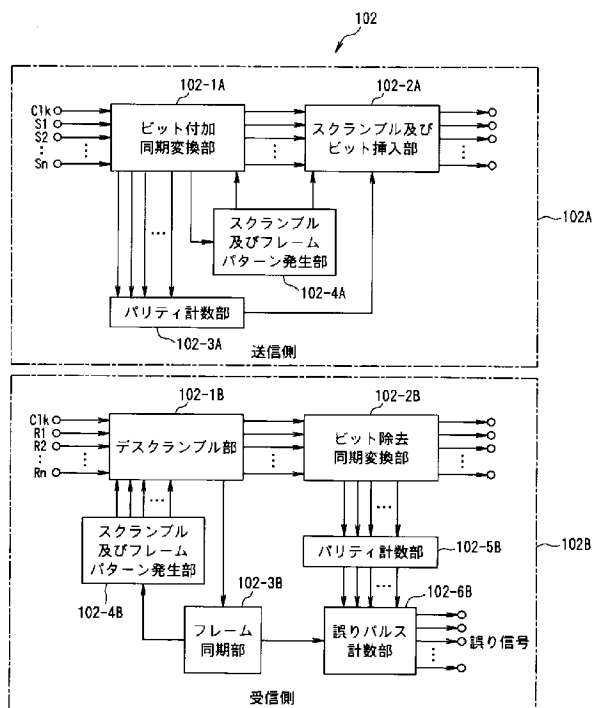
【図4】



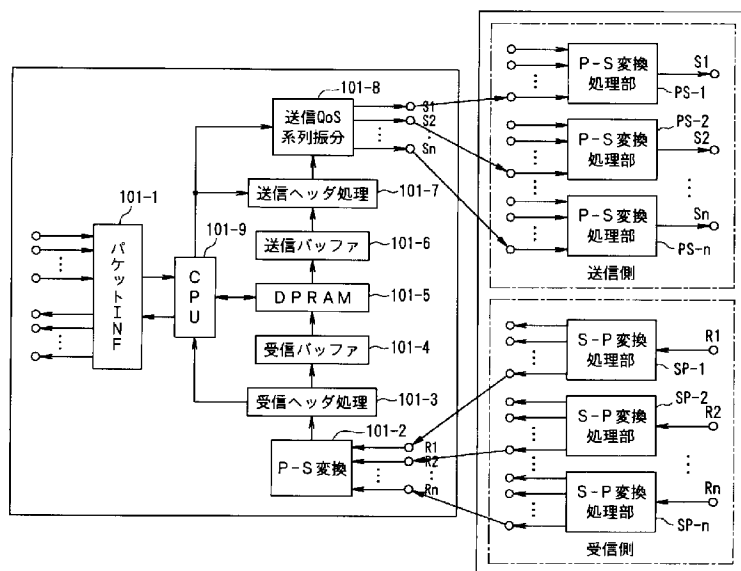
【図7】



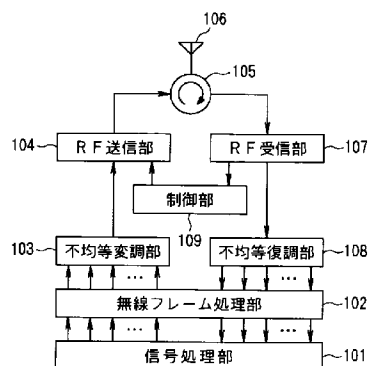
【図5】



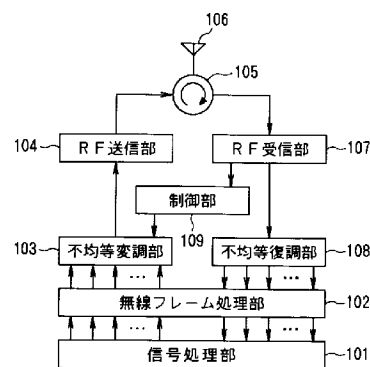
【図9】



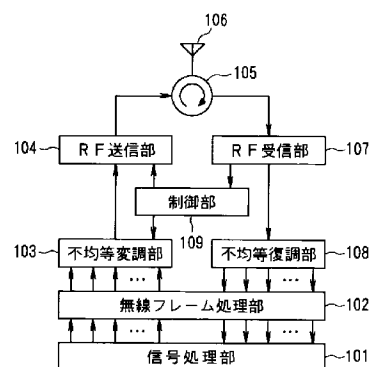
【図11】



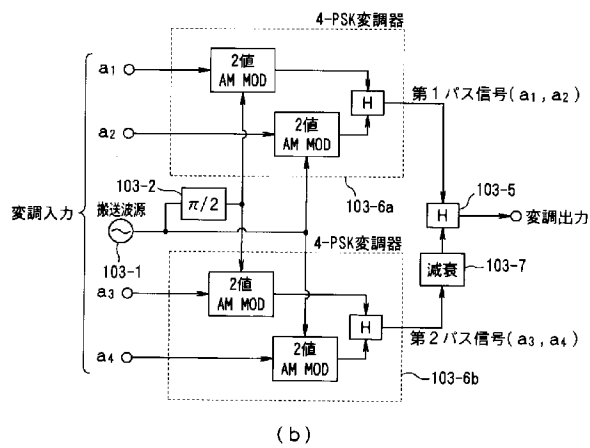
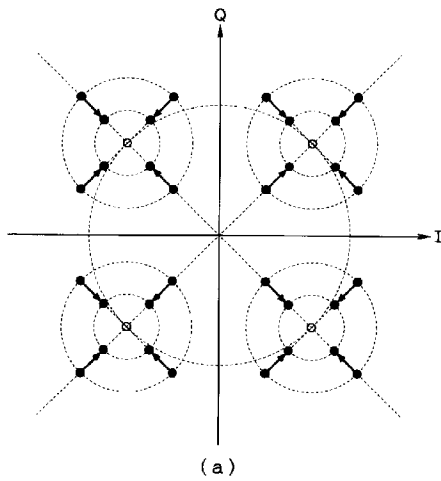
【図12】



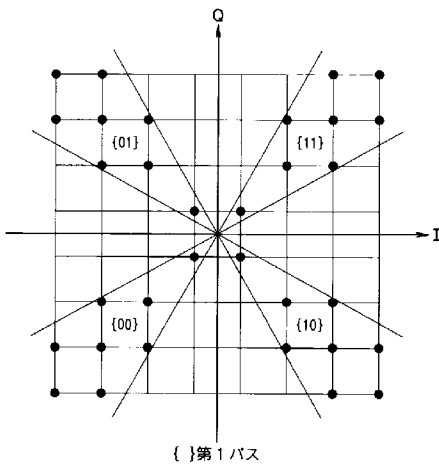
【図14】



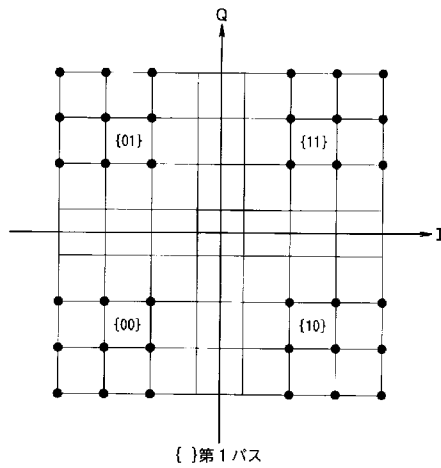
【図13】



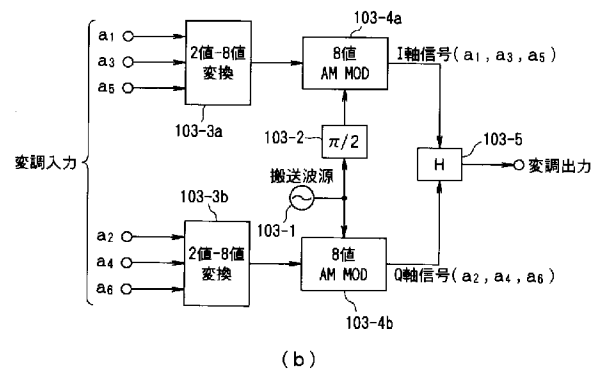
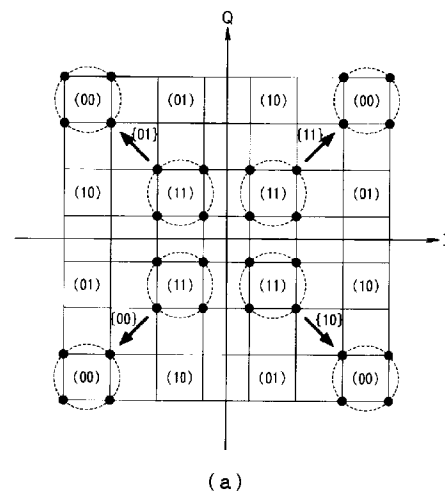
【図16】



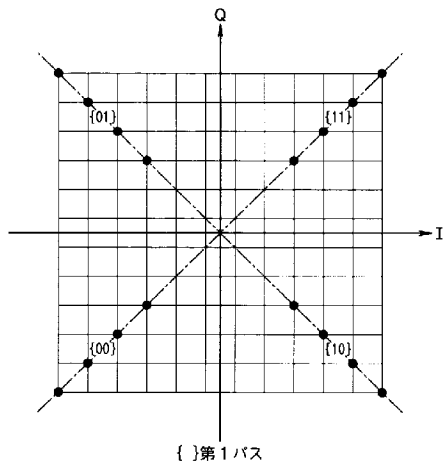
【図15】



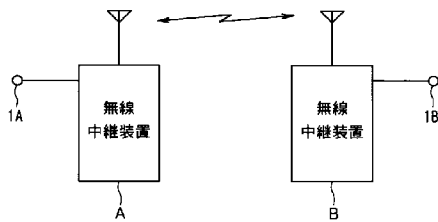
【図17】



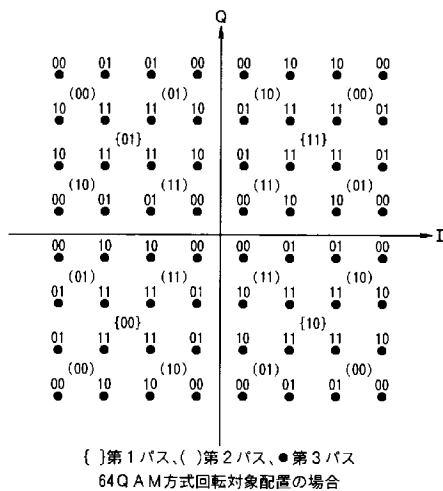
【図18】



【図20】



【図21】



【図19】

